

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 755 094

(21) N° d'enregistrement national : 96 13338

(51) Int Cl<sup>6</sup> : B 64 C 25/42

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 31.10.96.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 30.04.98 Bulletin 98/18.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule.*

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

(71) Demandeur(s) : MESSIER BUGATTI SOCIETE  
ANONYME — FR.

(72) Inventeur(s) : SOUETRE JEAN.

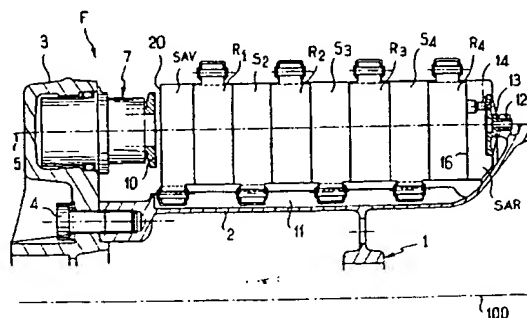
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : BOETTCHER.

BEST AVAILABLE COPY

(54) AGENCEMENT DE DISQUES DE FREIN EN CARBONE POUR UNITE DE FREINAGE D'AERONEF, ET  
PROCEDE D'ASSEMBLAGE DE DISQUES SELON UN TEL AGENCEMENT.

(57) L'invention concerne un agencement de disques de  
frein en carbone pour une unité de freinage d'aéronef com-  
portant une alternance de stators couplés à un tube de tor-  
sion et de rotors couplés à la roue concernée.  
L'agencement est organisé selon deux configurations cor-  
respondant à un fonctionnement pour deux courses  
d'usure successives des pistons de la couronne de frein-  
nage, dont une première configuration comportant un  
groupe central de rotors et de stators (Ri, Sj) agencé entre  
un stator latéral avant (SAV) et un stator latéral arrière  
(SAR), et une seconde configuration comportant le même  
stator latéral avant (SAV) et les mêmes rotors et stators  
(Ri, Sj) du groupe central, mais agencée entre un disque  
de calage (C) dont l'épaisseur est inférieure à la course  
d'usure (d) des pistons, et un nouveau stator latéral arrière  
(SAR) d'épaisseur supérieure à celle du stator latéral ar-  
rière précédent.



FR 2 755 094 - A1



La présente invention est du domaine des freins à disques en carbone, et concerne plus particulièrement le mode d'arrangement des disques de frein en carbone pour une unité de freinage d'aéronef.

5 Une unité de freinage d'aéronef comporte habituellement une alternance de stators couplés à un tube de torsion et de rotors couplés à la roue concernée, avec un stator latéral avant à une extrémité du côté d'une couronne de freinage équipée de pistons capables d'une course  
10 d'usure prédéterminée, et un stator latéral arrière à l'autre extrémité.

Le but recherché par les constructeurs de telles unités de freinage à disques en carbone est d'optimiser le degré d'usure de chaque disque individuel tout en restant  
15 dans un encombrement axial aussi faible que possible, avec une course d'usure minimale pour les pistons de la couronne de freinage. Durant ces dernières années, les constructeurs d'unités de freinage se sont efforcés de déterminer des agencements de disques et des modes de substitution de ces  
20 disques permettant, après un certain temps de fonctionnement, de réutiliser une partie des disques de façon à augmenter la durée d'utilisation des disques utilisés.

Les documents US-A-4,613,017 et US-A-4,742,895 illustrent ainsi un mode de remplacement partiel des  
25 disques de frein. Ces documents exposent qu'on utilisait auparavant une unité de freinage comportant une couronne équipée de pistons capables d'une longue course d'usure prédéterminée, et qu'une fois cette course d'usure atteinte, on procédait au remplacement complet des rotors et des  
30 stators composant l'unité de freinage. Ces brevets enseignent qu'il est alors plus intéressant d'utiliser des rotors plus épais que les stators, et deux stators d'extrémité plus minces que les stators centraux de l'ensemble de disques. Une fois atteinte une course d'usure prédéterminée,  
35 née, représentant entre 50 et 65 % de la course d'usure de

l'art antérieur, les rotors très épais sont réusinés sur leurs deux faces d'usure et ils sont conservés dans le nouvel ensemble de disques de remplacement qui inclut alors de nouveaux staturs plus épais, de façon à retrouver  
5 sensiblement la longueur totale de départ pour l'ensemble des disques, et à pouvoir fonctionner avec une nouvelle course d'usure après réinitialisation des ensembles de pistons. Un tel enseignement permet ainsi d'utiliser deux fois les rotors, après un resurfaçage adéquat, et de ne  
10 remplacer que les staturs de l'unité de freinage. On use ainsi de façon importante chaque disque individuel tout en conservant une course d'usure faible, grâce à l'affectation de plusieurs "vies" pour les disques de l'unité de freinage.

15 Cette technique présente l'avantage d'un bon équilibrage du puits de chaleur, mais présente l'inconvénient d'un réusinage de toutes les faces en contact lors du remplacement des staturs après une première course d'usure de pistons, afin d'éviter des contacts face neuve / face  
20 usée entre les disques adjacents, ce qui induit une perte coûteuse de carbone.

Un autre mode de remplacement est enseigné dans le document US-A-5,323,880. Selon cette technique, on effectue un remplacement pas à pas en décalant progressive-  
25 ment des groupes de disques usés vers l'arrière, en déposant les disques les plus en arrière qui sont les plus usés, et en remettant du côté avant un nouveau groupe de disques présentant une épaisseur importante. Ces derniers disques épais se décalent ainsi progressivement de l'avant  
30 vers l'arrière au fur et à mesure des substitutions après chaque course d'usure des pistons, ce qui permet de leur faire remplir plusieurs "vies" jusqu'à ce qu'ils soient très usés du côté arrière où ils sont alors déposés.

Cette technique de substitution avec translation  
35 présente l'avantage d'une durée d'utilisation importante

pour les disques, tout en conservant les faces appairées des disques faisant partie d'un groupe de remplacement, ce qui permet d'éviter des reprises d'usinage et par suite les inconvénients précités de perte de carbone. Cependant, un  
5 tel agencement n'est pas toujours satisfaisant sur le plan de l'équilibrage thermique du puits de chaleur, dans la mesure où l'on trouve des disques très épais du côté avant et des disques très minces du côté arrière. Ceci est d'autant plus sensible que les disques très épais sont  
10 disposés dans une zone qui est moins sensible à l'échauffement, du fait de sa ventilation, que celles des disques très minces disposés en arrière de la série de disques.

L'invention vise à améliorer les techniques qui viennent d'être rappelées, en optimisant le degré d'usure  
15 des disques de carbone et en favorisant autant que faire se peut les réutilisations de disques usés après une première période d'utilisation, c'est-à-dire une fois atteinte la course d'usure prédéterminée des pistons.

L'invention a ainsi pour objet de concevoir un  
20 agencement de disques de frein en carbone qui permette une usure optimale de chaque disque individuel tout en restant dans une course axiale totale minimale, avec un équilibrage thermique satisfaisant du puits de chaleur.

Ce problème est résolu conformément à l'inven-  
25 tion, grâce à un agencement de disques de frein en carbone pour unité de freinage d'aéronef comportant une alternance de stators couplés à un tube de torsion et de rotors couplés à la roue concernée, avec un stator latéral avant à une extrémité du côté d'une couronne de freinage équipée  
30 de pistons capables d'une course d'usure prédéterminée et un stator latéral arrière à l'autre extrémité. Il est organisé selon deux configurations correspondant, à un fonctionnement pour deux courses d'usure successives des pistons, dont une première configuration comportant un  
35 groupe central de rotors et de stators agencé entre le

stator latéral avant et un groupe arrière comportant au moins le stator latéral arrière, et une seconde configuration comportant le même stator latéral avant et les mêmes rotors et stators du groupe central, mais agencés entre un  
5 disque de calage en carbone côté pistons dont l'épaisseur est inférieure à la course d'usure des pistons et un nouveau groupe arrière dont l'épaisseur totale est supérieure à celle du groupe arrière précédent, les ensembles de disques en carbone ainsi constitués présentant une  
10 longueur totale sensiblement identique pour chaque configuration en début d'utilisation.

Ainsi, le stator latéral avant et les rotors et stators du groupe central sont utilisés pour les deux configurations, ce qui permet de conserver tels quels ces  
15 disques, avec l'appairage de leurs surfaces de contact. De plus, le fait de prévoir un disque de calage d'épaisseur inférieure à la course d'usure des pistons permet d'optimiser l'équilibrage thermique du puits de chaleur, tout en maintenant les disques du groupe central dans une position  
20 axialement médiane, ceci grâce à la combinaison incluant un stator latéral arrière très épais en début d'utilisation pour la seconde configuration.

Conformément à un premier mode d'exécution, le groupe arrière est constitué exclusivement par le stator  
25 latéral arrière. Dans ce cas, tous les rotors de l'ensemble de disques font partie du groupe central qui est utilisé pendant les deux configurations précitées.

En variante, le groupe arrière peut être constitué par le stator latéral arrière et le rotor qui lui est  
30 directement adjacent. Plus généralement, on pourra encore décaler l'interface du groupe arrière vers le centre de l'ensemble de disques, mais ce décalage risque d'être plus défavorable sur le plan de la réutilisation des disques. C'est pour cela que, dans la pratique, le groupe arrière  
35 inclura tout au plus le rotor qui est directement adjacent

au stator latéral arrière, et éventuellement aussi le stator qui est adjacent à ce rotor.

De préférence, l'épaisseur du stator latéral arrière est choisie pour être plus grande en fin d'utilisation dans la seconde configuration qu'en début d'utilisation dans la première configuration.

Dans le cas d'un groupe arrière constitué par le stator latéral arrière et le rotor qui lui est directement adjacent, il est avantageux que l'épaisseur de ce rotor soit également choisie pour être plus grande en fin d'utilisation dans la seconde configuration qu'en début d'utilisation dans la première configuration.

Il est par ailleurs intéressant que le stator latéral arrière soit relié au tube de torsion par l'intermédiaire de pions circonférentiellement répartis, ces pions servant d'organes de reprise de couple. Ceci est rendu possible grâce à la substitution opérée sur le groupe arrière qui permet de rajouter de l'épaisseur, et procure l'avantage de permettre de diminuer l'encombrement axial du tube de torsion dans ses deux configurations, et d'obtenir un gain de place pour la roue.

Il est par ailleurs avantageux que les rotors et stators du groupe central aient la même épaisseur. Ceci permet d'éviter une alternance de disques épais et de disques minces, qui n'est pas favorable sur le plan de l'équilibre thermique. De préférence alors, l'épaisseur initiale des rotors et stators du groupe central est choisie pour que l'épaisseur de ces rotors et stators soit supérieure en fin d'utilisation dans la seconde configuration à la moitié de l'épaisseur que présentent ces mêmes rotors et stators en début d'utilisation dans la première configuration. Ceci est favorable pour une réutilisation ultérieure des rotors et stators du groupe central.

De préférence encore, l'épaisseur initiale du stator latéral avant est choisie pour être supérieure en

fin d'utilisation dans la seconde configuration à la moitié de l'épaisseur initiale des stators du groupe central en début d'utilisation dans la première configuration. Ceci permet d'envisager une réutilisation du stator latéral  
5 avant comme demi-stator du groupe central. De préférence alors, l'épaisseur initiale précitée du stator latéral avant en début d'utilisation dans la première configuration est également choisie pour que cette épaisseur soit supérieure en fin d'utilisation dans la seconde configura-  
10 tion à la moitié de l'épaisseur du disque de calage. Ceci permet une réutilisation pour constituer un disque de calage.

Conformément à un mode d'exécution particulier, on pourra prévoir que l'un au moins des disques du groupe  
15 comportant le disque de calage, le stator latéral avant, et les rotors et stators du groupe central, est constitué de deux demi-disques de même épaisseur, accolés et solidarisés l'un à l'autre. On pourra alors utiliser une technique de "clippage" permettant d'assembler l'un à l'autre deux demi-  
20 disques accolés face contre face.

L'invention concerne également un procédé d'assemblage de disques de frein en carbone conformément à un agencement du type précédemment défini, ledit procédé étant caractérisé par le fait qu'il consiste à mettre en place un  
25 ensemble de disques comprenant successivement, de l'arrière vers l'avant, un groupe arrière comportant au moins un stator latéral arrière, un groupe central de rotors et de stators, et un stator latéral avant, cette première configuration d'agencement étant conservée jusqu'à ce que  
30 la course maximale d'usure des pistons soit atteinte, après quoi on réinitialise les pistons de la couronne de freinage, et on remplace cet ensemble de disques usés par un autre ensemble de disques comprenant successivement, de l'arrière vers l'avant, un nouveau groupe arrière dont  
35 l'épaisseur est supérieure à l'épaisseur initiale du groupe

arrière précédent, le groupe central de rotors et de stators déjà partiellement usés de l'ensemble précédent, le stator latéral avant déjà partiellement usé de l'ensemble précédent, et un disque de calage en carbone dont l'épaisseur est inférieure à la course d'usure des pistons, cette  
5 seconde configuration d'agencement étant conservée jusqu'à ce qu'une nouvelle course maximale d'usure des pistons soit atteinte.

Conformément à un premier mode de mise en oeuvre  
10 du procédé, le groupe arrière remplacé est constitué exclusivement par le stator latéral arrière.

En variante, le groupe arrière remplacé sera constitué par le stator latéral arrière et le rotor qui lui est directement adjacent.

15 Il sera en outre avantageux de prévoir qu'en fin d'utilisation dans la seconde configuration, le stator latéral arrière est réusiné sur sa face usée pour pouvoir être réutilisé, dans un autre ensemble de disques, comme stator latéral arrière en début d'utilisation dans la  
20 première configuration.

De la même manière, dans le cas d'un groupe arrière remplacé constitué par le stator latéral arrière et le rotor qui lui est directement adjacent, il sera avantageux de prévoir qu'en fin d'utilisation dans la seconde  
25 configuration, le rotor qui est directement adjacent au stator latéral arrière est réusiné sur au moins une de ses deux faces usées pour pouvoir être réutilisé, dans un autre ensemble de disques, comme rotor de groupe arrière en début d'utilisation dans la première configuration.

30 De préférence encore, en fin d'utilisation dans la seconde configuration, l'un au moins des rotors et stators du groupe central est réusiné sur ses deux faces usées pour pouvoir être réutilisé respectivement comme demi-rotor ou demi-stator dans le groupe central d'un autre  
35 ensemble de disques en début d'utilisation dans la

première configuration.

Il sera également intéressant de prévoir qu'en fin d'utilisation dans la seconde configuration, le stator latéral avant est réusiné sur sa face usée pour pouvoir  
5 être réutilisé, dans un autre ensemble de disques, comme demi-stator en début d'utilisation dans la première configuration, ou encore comme disque ou demi-disque de calage en début d'utilisation dans la seconde configuration.

10 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre et des dessins annexés, concernant un mode de réalisation particulier, en référence aux figures où :

15 - les figures 1 à 4 illustrent un premier mode d'exécution de l'invention dans lequel l'agencement de disques comporte un groupe central de rotors et stators disposés entre le stator latéral avant et un groupe arrière, constitué exclusivement par le stator latéral arrière,  
20 respectivement en début d'utilisation dans une première configuration (figure 1), en fin d'utilisation dans cette première configuration (figure 2), en début d'utilisation dans une seconde configuration (figure 3), et en fin d'utilisation dans cette seconde configuration (figure 4);

25 - les figures 5 à 8 illustrent une variante de l'agencement précédent, dans laquelle le groupe arrière inclut non seulement le stator latéral arrière, mais aussi le rotor qui lui est immédiatement adjacent, les quatre figures illustrant de la même façon le début et la fin  
30 d'utilisation pour les première et seconde configurations.

Sur les figures 1 à 4, on distingue une unité de freinage d'aéronef F comportant une partie centrale statorique 1 d'axe 100 (l'axe 100 n'est représenté que sur la figure 1), incluant un tube de torsion 2 à l'avant  
35 duquel est fixé une couronne de freinage 3, par exemple au

moyen de boulons 4, cette couronne étant équipée d'une pluralité d'ensembles de pistons 7 capables d'une course d'usure prédéterminée grâce à un système de rattrapage d'usure qui est de préférence intégré. A cet effet, chaque

5 ensemble de piston 7 peut par exemple être équipé d'un barreau axial fixé par une extrémité à la couronne de freinage 3, et présentant à son autre extrémité une olive sur laquelle passe un tube se déformant de façon irréversible, lequel tube est solidaire du piston proprement dit 10

10 dont la face active est revêtue d'un isolant de piston en acier inoxydable servant à transmettre les efforts de freinage et à améliorer l'isolation thermique. L'axe de l'ensemble de piston 7 représenté est noté 15.

Le tube de torsion 2 présente une pluralité de

15 tenons axiaux tel que le tenon 11, servant à accoupler un certain nombre de staturs, c'est-à-dire en l'espèce le stator latéral avant noté SAV, et les autres staturs notés S2, S3, S4 d'un groupe central de disques. Les rotors imbriqués entre ces staturs sont notés R1, R2, R3, R4, le

20 dernier rotor R4 étant disposé entre le stator S4 et le stator latéral arrière noté SAR. Il convient de noter que ce dernier stator latéral arrière SAR ne passe pas sur les tenons du tube de torsion comme c'est le cas habituellement, mais est relié audit tube de torsion 2 par l'inter-

25 médiaire de pions de reprise de couple 13 qui sont circonférentiellement répartis, ces pions 13 étant fixés par des rivets 14 dans des réservations associées de la face arrière du stator latéral arrière SAR, et accrochés sur une couronne associée 12 rigidement solidaire du tube de

30 torsion 2. On pourra par exemple utiliser douze pions 13 du type de celui qui est représenté.

Conformément à un aspect essentiel de l'invention, l'agencement de disques de frein précité est organisé selon deux configurations correspondant à un fonctionnement

35 pour deux courses d'usure successives des pistons 10.

La première configuration est illustrée sur les figures 1 et 2, la figure 1 représentant l'agencement en début d'utilisation, et la figure 2 ce même agencement en fin d'utilisation, c'est-à-dire une fois atteinte une  
5 première course d'usure des pistons.

Sur la figure 1, le piston 10 est séparé de la face en regard 20 du stator latéral avant SAV par un jeu qui est le jeu de défreinage. Au fur et à mesure de l'utilisation de l'unité de freinage, l'ensemble des  
10 disques s'use progressivement, les rotors et stators du groupe central s'usant sur leurs deux faces de contact, tandis que le stator latéral avant et le stator latéral arrière ne s'usent que sur leur face qui est en contact avec un rotor. Au fur et à mesure de ces usures, le système  
15 de rattrapage de jeu déplace progressivement vers la droite de la figure la face active du piston 10, et, en fin d'utilisation, la course maximale notée d des pistons 10 est atteinte, c'est-à-dire que chaque piston se trouve dans la position schématisée en traits mixtes devant la face 20  
20 du stator latéral avant SAV. Il est intéressant de noter que les rotors R1, R2, R3 et R4 et les stators S2, S3, S4 du groupe central ont ici la même épaisseur. Ceci est favorable sur le plan de l'équilibre thermique du puits de chaleur.

Le passage de la situation de la figure 1 à la situation de la figure 2, c'est-à-dire du début d'utilisation à la fin d'utilisation pour la première configuration des disques, correspond à une usure de l'ensemble des disques de l'unité de freinage. Ainsi, chaque disque indivi-  
30 duel est plus mince dans la situation illustrée en figure 2 que dans la situation illustrée en figure 1.

La seconde configuration de l'agencement de disques selon l'invention est illustrée aux figures 3 et 4, qui montrent l'agencement respectivement en début d'utili-  
35 sation et en fin d'utilisation, c'est-à-dire une fois

pleinement utilisée une nouvelle course maximale d'usure des pistons de freinage.

Sur la figure 3, les pistons sont réinitialisés par remplacement de leur tube de déformation, ce qui les  
5 ramène dans la situation de la figure 1.

Dans cette seconde configuration, et conformément à un aspect essentiel de l'invention, l'agencement comporte le même stator latéral avant SAV déjà partiellement usé et les mêmes rotors R1, R2, R3, R4 et stators S2, S3, S4 déjà  
10 partiellement usés du groupe central, mais agencés entre un disque de calage en carbone C (ici doublé par clippage de deux disques) côté pistons, dont l'épaisseur est choisie inférieure à la course d'usure d des pistons 10, et un nouveau groupe arrière, c'est-à-dire en l'espèce un nouveau  
15 stator latéral arrière SAR, dont l'épaisseur totale est supérieure à celle du stator latéral arrière précédent.

L'ensemble de disques en carbone ainsi constitué présente une longueur totale sensiblement identique pour chaque configuration en début d'utilisation, c'est-à-dire  
20 que l'ensemble de disques illustré en figure 3 présente une longueur sensiblement identique à celle de l'ensemble de disques illustré en figure 1.

Le groupe central de rotors et stators, ainsi que le stator latéral avant, c'est-à-dire ici un ensemble de  
25 huit disques, est ainsi encore utilisé, comme un ensemble unitaire, ce qui permet de conserver l'avantage de l'appariage de leurs surfaces respectives de contact avec leur usure homologue lors de la précédente utilisation. Sur la figure 3, le double disque de calage C porte contre la face  
30 externe 20 du stator latéral avant SAV, et la face externe 21 de ce double disque de calage est celle qui est contactée par les pistons 10. Après une nouvelle période d'utilisation, l'ensemble des disques stators et rotors continuent à s'user sur leurs faces de contact, le double disque de  
35 calage C ne présentant quant à lui aucune usure, dans la

mesure où il est en contact avec le stator latéral avant SAV. En fin d'utilisation, c'est-à-dire une fois atteinte une nouvelle course maximale d'usure identique à la première course maximale d'usure, la situation est alors  
5 celle qui est illustrée sur la figure 4. Pendant toute cette période d'utilisation, les disques du groupe central conservent en outre une épaisseur pratiquement identique.

Il est important de noter que le stator latéral arrière SAR est tout d'abord "mince" pour la figure 1, puis  
10 "très mince" sur la figure 2, ensuite, après remplacement pour la seconde configuration, il est "très épais" sur la figure 3, et enfin "moyen" sur la figure 4. Dans cette dernière situation, le stator latéral arrière SAR présente encore une épaisseur qui est supérieure à celle du stator  
15 latéral arrière mince de la figure 1, c'est-à-dire en début d'utilisation dans la première configuration.

Il va de soi que le nombre de rotors et de stators pourra varier par rapport à la représentation donnée ici, et que l'invention n'est aucunement limitée à  
20 un nombre particulier de disques.

A titre indicatif seulement, on peut donner des épaisseurs possibles et leurs variations pour les différents disques de l'ensemble qui vient d'être illustré :

- Figure 1 : l'épaisseur du stator latéral avant  
25 SAV est de 26,5 mm, l'épaisseur des rotors R1, R2, R3, R4 et des stators S2, S3, S4 est de 30,6 mm, et l'épaisseur du stator latéral arrière SAR "mince" est de 20,7 mm.

- Figure 2 : les épaisseurs précitées ont diminué pour descendre à 23,4 mm pour le stator latéral avant SAV,  
30 24,3 mm pour les rotors R1, R2, R3, R4 et les stators S2, S3, S4, et 17,5 mm pour le stator latéral arrière SAR qui est alors "très mince".

- Figure 3 : le double disque de calage C totalise une épaisseur de 36,0 mm, et le stator latéral avant  
35 SAV garde quant à lui son épaisseur de 23,4 mm, et les

rotors R1, R2, R3, R4 et statos S2, S3, S4 leur épaisseur de 24,3 mm, et enfin le nouveau stator latéral arrière SAR "très épais" présente une épaisseur de 30,6 mm.

- Figure 4 : le disque de calage présente naturellement la même épaisseur que précédemment, et l'épaisseur des autres disques a diminué, pour atteindre 20,2 mm pour le stator latéral avant SAV, 18,0 mm pour les rotors R1, R2, R3, R4 et les statos S2, S3, S4, et 27,5 mm pour le stator latéral arrière SAR qui est alors "moyen".

On constatera que la différence de longueur totale entre le début et la fin d'utilisation pour chacune des configurations correspond sensiblement à 50 mm, valeur prédéterminée choisie pour la course d'usure des pistons.

On va maintenant décrire une variante d'exécution illustrée aux figures 5 à 8.

Dans cette variante, on retrouve un grand nombre de composants déjà décrits et qui portent les mêmes références numériques. La principale différence par rapport à l'agencement précédemment décrit en référence aux figures 1 à 4 réside principalement dans le fait que le groupe arrière est maintenant constitué par le stator latéral arrière SAR et le rotor R4 qui lui est directement adjacent.

On trouve alors un groupe arrière SAR et R4 qui est "mince" sur la figure 5, c'est-à-dire en début d'utilisation dans la première configuration, "très mince" sur la figure 6, c'est-à-dire en fin de course maximale d'usure dans la première configuration, "très épais" sur la figure 7, c'est-à-dire en début d'utilisation dans la seconde configuration, et enfin "moyen" sur la figure 8, c'est-à-dire en fin de course maximale d'usure dans la seconde configuration. En outre, à la différence du mode d'exécution précédent, on utilise, dans la seconde configuration, un disque unique de calage C, comme cela est visible sur les figures 7 et 8.

Toujours à titre indicatif, on peut mentionner alors les épaisseurs de disques suivantes pour les différentes situations des figures 5 à 8 :

- Figure 5 : le stator latéral avant a une épaisseur de 32,0 mm, les rotors R1, R2, R3 et les stators S2, S3, S4 ont une épaisseur également de 32,0 mm, le rotor R4 faisant partie du groupe arrière a une épaisseur de 24,0 mm (rotor "mince"), et le stator latéral arrière SAR a une épaisseur de 19,1 mm (stator latéral arrière "mince").

- Figure 6 : l'épaisseur du stator latéral avant SAV est devenue 29,0 mm, celle des rotors R1, R2, R3 et des stators S2, S3, S4 du groupe central 26,1 mm ; l'épaisseur du rotor R4 est de 18,1 mm (rotor "très mince") et le stator latéral arrière SAR a une épaisseur de 16,1 mm (stator latéral arrière "très mince").

- Figure 7 : le disque de calage C a une épaisseur de 16,2 mm, le stator latéral avant SAV, ainsi que les rotors R1, R2, R3 et les stators S2, S3, S4 du groupe central ont la même épaisseur qu'à la figure 6, ce qui est normal dans la mesure où ces disques déjà partiellement usés sont conservés dans la deuxième configuration de l'agencement, tandis que le nouveau rotor R4 a une épaisseur de 32,0 mm (rotor "très épais"), et le nouveau stator latéral arrière SAR a une épaisseur de 32,0 mm (stator latéral arrière "très épais").

- Figure 8 : le disque de calage C a naturellement la même épaisseur, et le stator latéral avant SAV a une épaisseur qui est devenue 26,1 mm ; les rotors R1, R2, R3 et les stators S2, S3, S4 du groupe central ont une épaisseur qui est devenue 20,2 mm, tandis que le rotor R4 a une épaisseur de 26,1 mm (rotor "moyen") et le stator latéral arrière SAR a une épaisseur de 29,0 mm (stator latéral arrière "moyen").

Comme précédemment, on constate que les ensembles de disques présentent sensiblement la même longueur totale

pour chaque configuration en début d'utilisation (figures 5 et 7), et que la différence de longueur entre début et fin d'utilisation, pour chaque configuration, représente sensiblement la course d'usure des pistons d, qui est ici de 47 mm.

Conformément aux dimensions données ci-dessus, à titre d'exemple seulement, on constate que l'épaisseur du stator latéral arrière SAR est à chaque fois choisie pour être plus grande en fin d'utilisation dans la seconde configuration qu'en début d'utilisation dans la première configuration, et que, dans la variante des figures 5 à 8, l'épaisseur du rotor R4 est également choisie pour être plus grande en fin d'utilisation dans la seconde configuration qu'en début d'utilisation dans la première configuration. L'épaisseur initiale des rotors et stators du groupe central est en outre à chaque fois choisie pour que l'épaisseur de ces rotors et stators soit supérieure en fin d'utilisation dans la seconde configuration à la moitié de l'épaisseur que présentent ces mêmes rotors et stators en début d'utilisation dans la première configuration. Par ailleurs, l'épaisseur initiale du stator latéral avant SAV en début d'utilisation dans la première configuration est à chaque fois choisie pour que cette épaisseur soit supérieure en fin d'utilisation dans la seconde configuration à la moitié de l'épaisseur initiale des stators du groupe central en début d'utilisation dans la première configuration, et cette épaisseur initiale est en outre également choisie pour être supérieure en fin d'utilisation dans la seconde configuration à la moitié de l'épaisseur du disque de calage C.

Ces choix préférentiels d'épaisseurs sont intéressants pour permettre une réutilisation optimale des disques usés.

Ainsi, pour le mode d'exécution des figures 1 à 4, lorsque l'on arrive dans la situation de la figure 4,

c'est-à-dire en fin d'utilisation dans la seconde configuration, il est possible de réutiliser la plupart des disques usés dans un autre ensemble de disques en début d'utilisation dans une première configuration de cet ensemble :

- le stator latéral avant SAV peut être réutilisé soit en demi-stator du groupe central (avec 5 mm de reprise pour sa face usée), soit en demi-disque de calage avec une reprise de sa face usée notée 19 (avec les dimensions indiquées ci-dessus, la reprise est de 2,25 mm) ;

- chaque rotor R1, R2, R3, R4 du groupe central peut être réutilisé en demi-rotor d'un autre groupe central avec 2,7 mm de reprise totale, c'est-à-dire 1,35 mm par face usée ;

- chaque stator S2, S3, S4 du groupe central peut être réutilisé en demi-stator, avec 2,7 mm de reprise totale, soit 1,35 mm par face usée ;

- le stator latéral arrière SAR, qui est "moyen" dans cette situation, peut être réutilisé comme stator arrière "mince", c'est-à-dire dans une situation de début d'utilisation dans la première configuration, pour un frein neuf, avec une reprise de 6,75 mm pour sa face usée.

Pour la variante des figures 5 à 8, on pourra de la même façon envisager une réutilisation des différents disques se trouvant dans la situation illustrée à la figure 8, c'est-à-dire en fin d'utilisation dans la seconde configuration, comme indiqué ci-après :

- le disque de calage n'étant pas usé peut resservir dans un autre puits de chaleur ;

- le stator latéral avant SAV peut être réutilisé soit en demi-stator central avec 10,15 mm de reprise pour sa face usée, soit en disque de calage avec 10 mm de reprise;

- les rotors R1, R2, R3 du groupe central peuvent être réutilisés en demi-rotor avec 4,3 mm de reprise

totale, c'est-à-dire 2,15 mm par face usée ;

- les staturs S2, S3, S4 du groupe central peuvent être réutilisés soit en demi-stator avec 4,3 mm de reprise totale, c'est-à-dire 2,15 mm par face usée, soit en  
5 disque de calage avec 4 mm de reprise totale, c'est-à-dire 2 mm par face usée ;

- le rotor R4, alors "très mince", peut être réutilisé comme demi-rotor d'un groupe arrière neuf avec 2,2 mm de reprise totale, c'est-à-dire 1,1 mm par face  
10 usée;

- le stator latéral arrière SAR peut être réutilisé de la même façon en stator latéral arrière d'un groupe arrière neuf avec 10 mm de reprise pour son unique face usée 16.

15 Dans tous les cas, les rotors et staturs du groupe central pourront être clippés, en étant constitués de deux demi-disques sensiblement de même épaisseur, accolés et solidarisés l'un à l'autre. Par ailleurs, "le" disque de calage pourra à chaque fois être double, ou même  
20 multiple en étant alors constitué par un empilement de disques minces.

Les agencements qui viennent d'être décrits en référence aux figures 1 à 8 permettent de bien comprendre le procédé d'assemblage, c'est-à-dire d'empilement succes-  
25 sif, de disques de frein qui fait également partie de l'invention.

Dans sa généralité, le procédé d'assemblage consiste à mettre en place un ensemble de disques comprenant successivement, de l'arrière vers l'avant, un groupe  
30 arrière comportant au moins un stator latéral arrière SAR, un groupe central de rotors et de staturs Ri, Sj, et un stator latéral avant SAV, cette première configuration d'agencement étant conservée jusqu'à ce que la course maximale d'usure des pistons soit atteinte, après quoi on  
35 réinitialise les pistons de la couronne de freinage, et on

remplace cet ensemble de disques usés par un autre ensemble de disques comprenant successivement, de l'arrière vers l'avant, un nouveau groupe arrière dont l'épaisseur est supérieure à l'épaisseur initiale du groupe arrière  
5 précédent, le groupe central de rotors et de stators Ri, Sj déjà partiellement usés de l'ensemble précédent, le stator latéral avant SAV déjà partiellement utilisé de l'ensemble précédent, et un disque de calage (simple ou multiple) en carbone C dont l'épaisseur est inférieure à la course  
10 d'usure des pistons, cette seconde configuration d'agencement étant conservée jusqu'à ce qu'une nouvelle course maximale d'usure des pistons soit atteinte.

Comme indiqué précédemment, le groupe arrière remplacé pourra être constitué exclusivement par le stator  
15 latéral arrière SAR (figures 1 à 4), ou être constitué par le stator latéral arrière SAR et le rotor R4 qui lui est directement adjacent (figures 5 à 8).

Par ailleurs, on pourra prévoir qu'en fin d'utilisation dans la seconde configuration :

20 - le stator latéral arrière SAR est réusiné sur sa face usée 16 pour pouvoir être réutilisé, dans un autre ensemble de disques, comme stator latéral arrière en début d'utilisation dans la première configuration ;

- le rotor R4 qui est directement adjacent au  
25 stator latéral arrière SAR, pour la variante des figures 5 à 8, est réusiné sur au moins une de ses deux faces usées 17, 18 pour pouvoir être réutilisé, dans un autre ensemble de disques, comme rotor de groupe arrière en début d'utilisation dans la première configuration ;

30 - l'un au moins des rotors et stators Ri, Sj du groupe central est réusiné sur ses deux faces usées pour pouvoir être réutilisé respectivement comme demi-rotor ou demi-stator dans le groupe central d'un autre ensemble de disques en début d'utilisation dans la première configura-  
35 tion ;

- le stator latéral avant SAV est réusiné sur sa face usée 19 pour pouvoir être réutilisé, dans un autre ensemble de disques, comme demi-stator en début d'utilisation dans la première configuration, ou encore comme disque ou demi-disque de calage en début d'utilisation dans la seconde configuration.

On est ainsi parvenu à concevoir un agencement et un procédé d'assemblage qui permettent d'optimiser le degré d'usure des disques en profitant au mieux de la course maximale d'usure des pistons, tout en conservant au maximum l'appairage des surfaces en regard (on ne réusine en effet que la face extrême arrière du groupe central de disques lors du passage de la première à la deuxième configuration), et en maintenant un équilibre thermique satisfaisant pour le puits de chaleur.

L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation qui viennent d'être décrits, mais englobe au contraire toute variante reprenant, avec des moyens équivalents, les caractéristiques essentielles énoncées plus haut.

REVENDICATIONS

1. Agencement de disques de frein en carbone pour unité de freinage d'aéronef (F) comportant une alternance de stators (Si) couplés à un tube de torsion (2) et de  
5 rotors (Rj) couplés à la roue concernée, avec un stator latéral avant (SAV) à une extrémité du côté d'une couronne de freinage (3) équipée de pistons (10) capables d'une course d'usure prédéterminée et un stator latéral arrière (SAR) à l'autre extrémité, caractérisé en ce qu'il est  
10 organisé selon deux configurations correspondant à un fonctionnement pour deux courses d'usure successives des pistons (10), dont une première configuration comportant un groupe central de rotors et de stators (Ri, Sj) agencé entre le stator latéral avant (SAV) et un groupe arrière  
15 comportant au moins le stator latéral arrière (SAR), et une seconde configuration comportant le même stator latéral avant (SAV) et les mêmes rotors et stators (Ri, Sj) du groupe central, mais agencés entre un disque de calage en carbone (C) côté pistons dont l'épaisseur est inférieure à  
20 la course d'usure (d) des pistons (10) et un nouveau groupe arrière dont l'épaisseur totale est supérieure à celle du groupe arrière précédent, les ensembles de disques en carbone ainsi constitués présentant une longueur totale sensiblement identique pour chaque configuration en début  
25 d'utilisation.

2. Agencement selon la revendication 1, caractérisé en ce que le groupe arrière est constitué exclusivement par le stator latéral arrière (SAR).

3. Agencement selon la revendication 1, caractérisé en ce que le groupe arrière est constitué par le  
30 stator latéral arrière (SAR) et le rotor (R4) qui lui est directement adjacent.

4. Agencement selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'épaisseur du stator latéral  
35 arrière (SAR) est choisie pour être plus grande en fin

d'utilisation dans la seconde configuration qu'en début d'utilisation dans la première configuration.

5 5. Agencement selon les revendications 3 et 4, caractérisé en ce que l'épaisseur du rotor (R4) directement adjacent au stator latéral arrière (SAR) est également choisie pour être plus grande en fin d'utilisation dans la seconde configuration qu'en début d'utilisation dans la première configuration.

10 6. Agencement selon la revendication 4 ou la revendication 5, caractérisé en ce que le stator latéral arrière (SAR) est relié au tube de torsion (2) par l'intermédiaire de pions (13) circonférentiellement répartis.

15 7. Agencement selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les rotors et stators (Ri, Sj) du groupe central ont la même épaisseur.

20 8. Agencement selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'épaisseur initiale des rotors et stators (Ri, Sj) du groupe central est choisie pour que l'épaisseur de ces rotors et stators soit supérieure en fin d'utilisation dans la seconde configuration à la moitié de l'épaisseur que présentent ces mêmes rotors et stators en début d'utilisation dans la première configuration.

25 9. Agencement selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'épaisseur initiale du stator latéral avant (SAV) est choisie pour être supérieure en fin d'utilisation dans la seconde configuration à la moitié de l'épaisseur initiale des stators (Si) du groupe central en début d'utilisation dans la première configuration.

30 10. Agencement selon la revendication 9, caractérisé en ce que ladite épaisseur initiale du stator latéral avant (SAV) en début d'utilisation dans la première configuration est également choisie pour que cette épaisseur soit supérieure en fin d'utilisation dans la seconde configuration à la moitié de l'épaisseur du disque de calage (C).

35

11. Agencement selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que l'un au moins des disques du groupe comportant le disque de calage (C), le stator latéral avant (SAV), et les rotors et stators (Ri, Sj) du groupe central, est constitué de deux demi-disques de même épaisseur, accolés et solidarisés l'un à l'autre.

12. Procédé d'assemblage de disques de frein en carbone conformément à un agencement selon l'une au moins des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'il consiste à mettre en place un ensemble de disques comprenant successivement, de l'arrière vers l'avant, un groupe arrière comportant au moins un stator latéral arrière (SAR), un groupe central de rotors et de stators (Ri, Sj), et un stator latéral avant (SAV), cette première configuration d'agencement étant conservée jusqu'à ce que la course maximale d'usure (d) des pistons (10) soit atteinte, après quoi on réinitialise les pistons (10) de la couronne de freinage (3), et on remplace cet ensemble de disques usés par un autre ensemble de disques comprenant successivement, de l'arrière vers l'avant, un nouveau groupe arrière dont l'épaisseur est supérieure à l'épaisseur initiale du groupe arrière précédent, le groupe central de rotors et de stators (Ri, Sj) déjà partiellement usés de l'ensemble précédent, le stator latéral avant (SAV) déjà partiellement usé de l'ensemble précédent, et un disque de calage en carbone (C) dont l'épaisseur est inférieure à la course d'usure (d) des pistons (10), cette seconde configuration d'agencement étant conservée jusqu'à ce qu'une nouvelle course maximale d'usure (d) des pistons (10) soit atteinte.

13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que le groupe arrière remplacé est constitué exclusivement par le stator latéral arrière (SAR).

14. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que le groupe arrière remplacé est constitué par le stator latéral arrière (SAR) et le rotor (R4) qui lui

est directement adjacent.

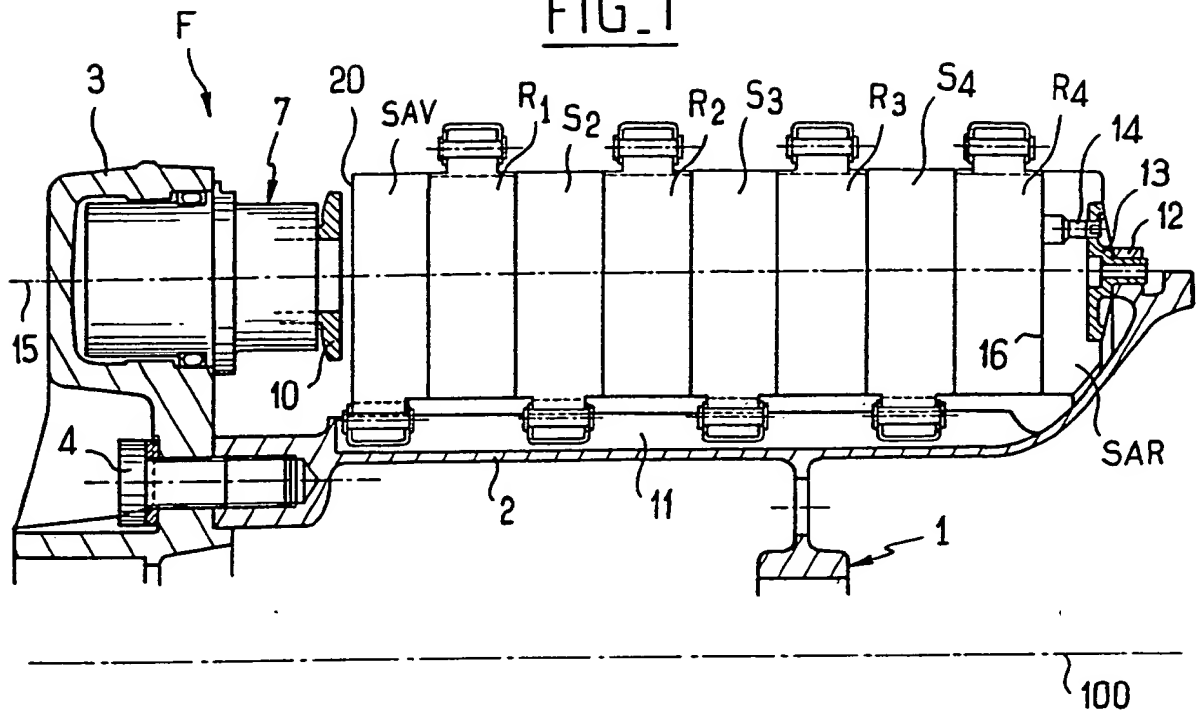
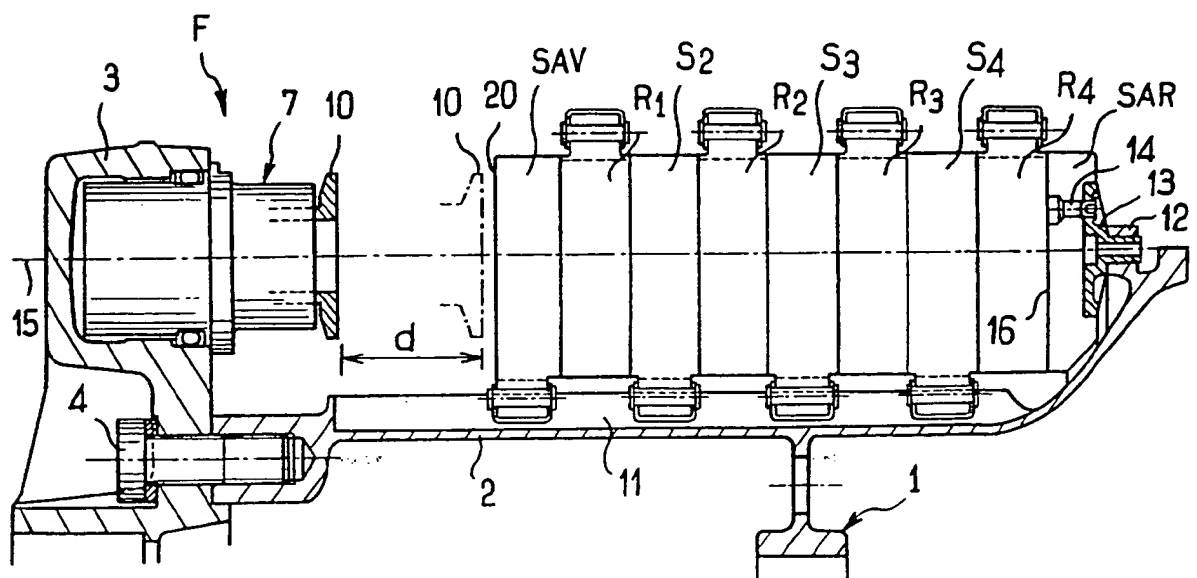
15       15. Procédé selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce qu'en fin d'utilisation dans la seconde configuration, le stator latéral arrière (SAR) est réusiné sur sa face usée (16) pour pouvoir être réutilisé, dans un autre ensemble de disques, comme stator latéral arrière en début d'utilisation dans la première configuration.

10       16. Procédé selon les revendications 12 et 14, caractérisé en ce qu'en fin d'utilisation dans la seconde configuration, le rotor (R4) qui est directement adjacent au stator latéral arrière (SAR) est réusiné sur au moins une de ses deux faces usées (17, 18) pour pouvoir être réutilisé, dans un autre ensemble de disques, comme rotor  
15       de groupe arrière en début d'utilisation dans la première configuration.

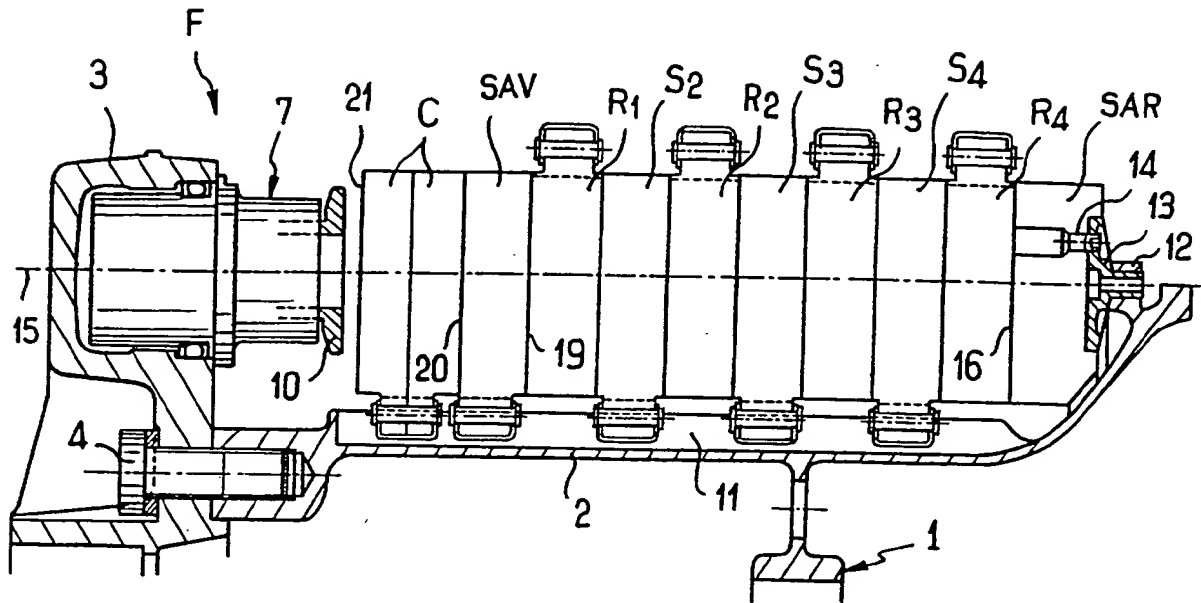
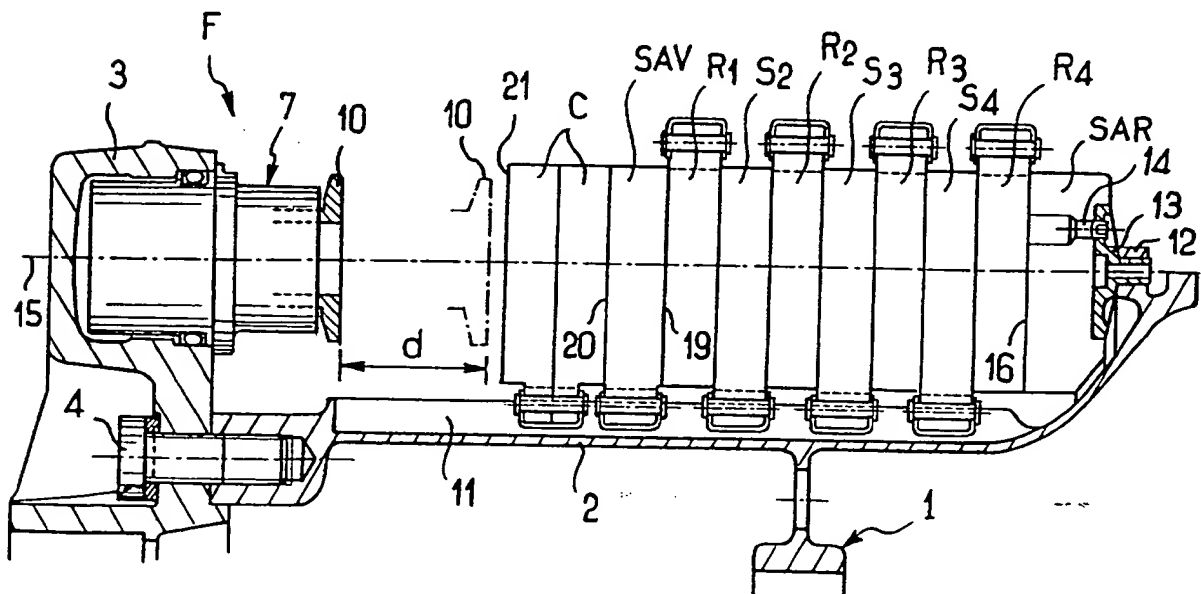
20       17. Procédé selon l'une des revendications 12 à 16, caractérisé en ce qu'en fin d'utilisation dans la seconde configuration, l'un au moins des rotors et stators (Ri, Sj) du groupe central est réusiné sur ses deux faces usées pour pouvoir être réutilisé respectivement comme demi-rotor ou demi-stator dans le groupe central d'un autre ensemble de disques en début d'utilisation dans la première configuration.

25       18. Procédé selon l'une des revendications 12 à 17, caractérisé en ce qu'en fin d'utilisation dans la seconde configuration, le stator latéral avant (SAV) est réusiné sur sa face usée (19) pour pouvoir être réutilisé, dans un autre ensemble de disques, comme demi-stator en  
30       début d'utilisation dans la première configuration, ou encore comme disque ou demi-disque de calage en début d'utilisation dans la seconde configuration.

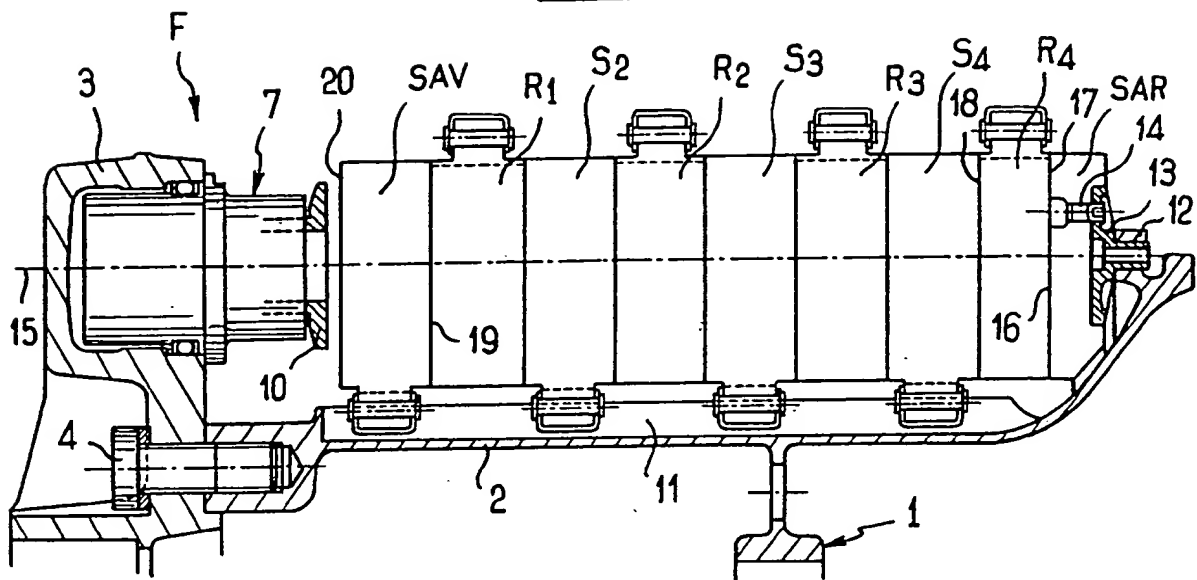
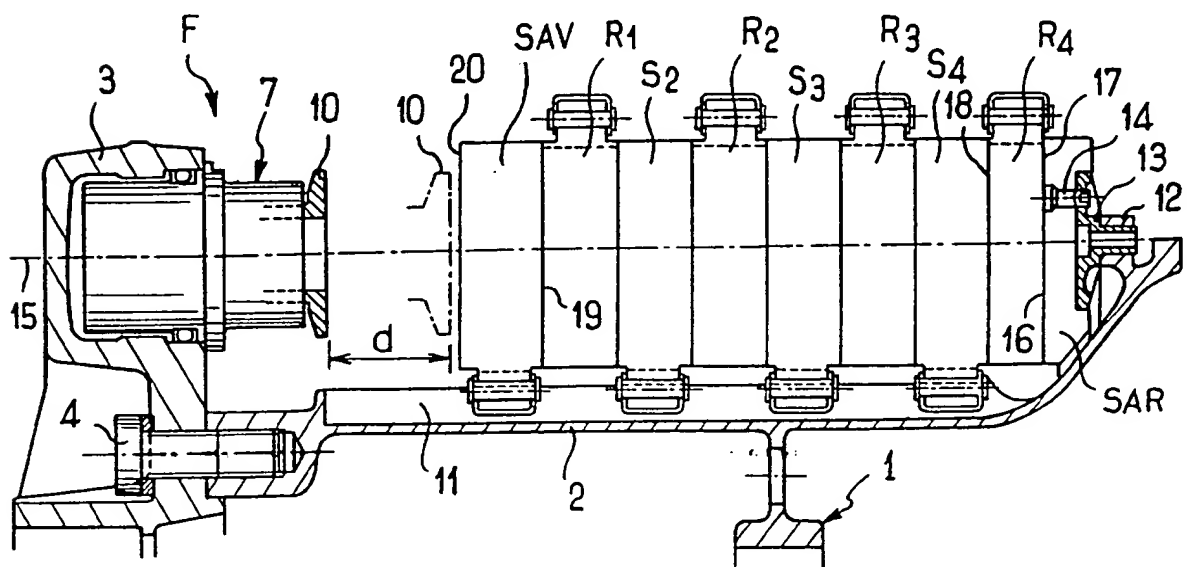
1 / 4

FIG. 1FIG. 2

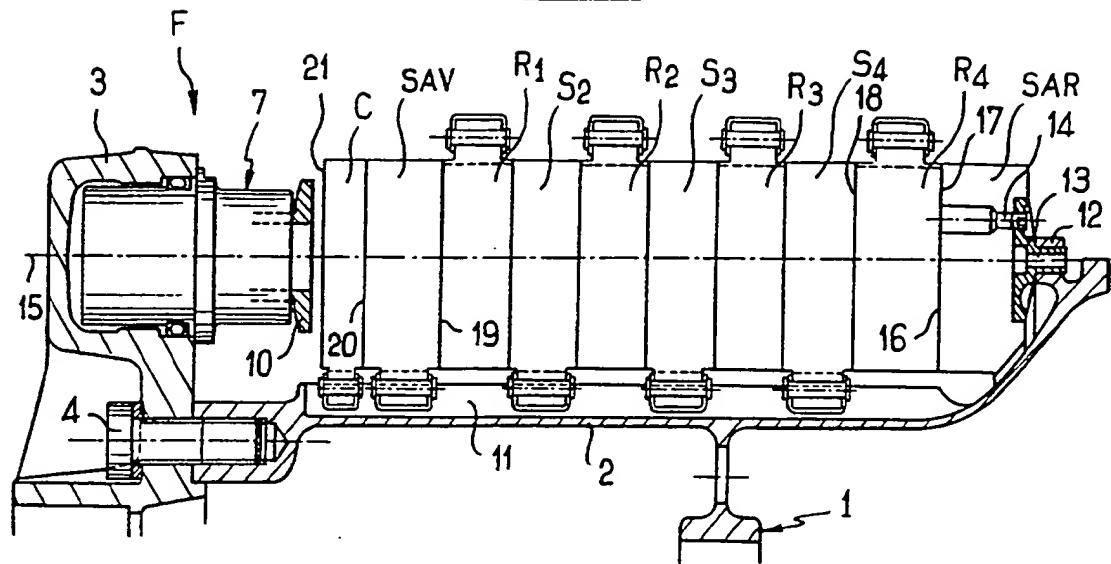
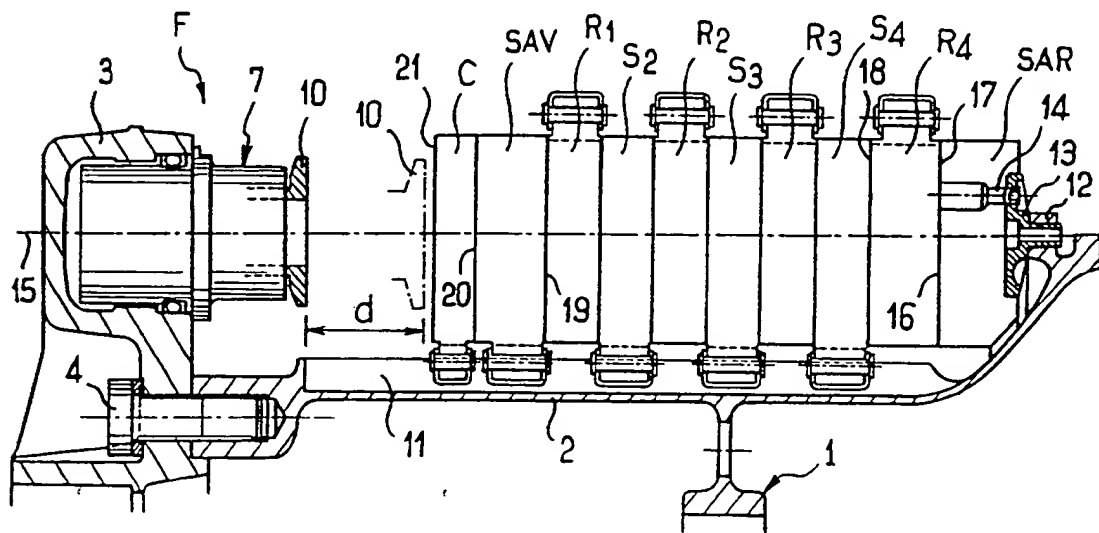
2 / 4

FIG. 3FIG. 4

3 / 4

FIG. 5FIG. 6

4 / 4

FIG. 7FIG. 8

REPUBLIQUE FRANÇAISE

2755094

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 535388  
FR 9613338

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
D,A	US 5 323 880 A (WELLS ET AL.) * le document en entier *	1,12
A	CA 2 004 091 A (MESSIER-HISPANO-BUGATTI) * le document en entier *	1,12
A	US 5 551 534 A (SMITHBERGER ET AL.) * colonne 5, ligne 11 - colonne 6, ligne 19; figures *	1,12
D,A	US 4 742 895 A (BOK) * colonne 5, ligne 8 - colonne 36; revendications; figures 2-8 *	1,12
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		F16D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
24 Juin 1997		Becker, R
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1  
EPO FORM 150 (3.82) (P4C13)

**This Page Blank (uspto)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**This Page Blank (uspto)**